



**MAGYAR
FÖLDRAJZI NAPOK
2016**



EGER, 2016. AUGUSZTUS 25–27.

KONFERENCIAKÖTET

VIII. MAGYAR FÖLDRAJZI KONFERENCIA

**XVI. GEOGRÁFUS DOKTORANDUSZOK
ORSZÁGOS KONFERENCIÁJA**

**OKTATÁS-MÓDSZERTANI ÉS FÖLDRAJZTANÁRI
KONFERENCIA**



WWW.FOLDRAJZINAPOK.HU



**MAGYAR
FÖLDRAJZI NAPOK
2016**

KONFERENCIAKÖTET

VIII. MAGYAR FÖLDRAJZI KONFERENCIA

**XVI. GEOGRÁFUS DOKTORANDUSZOK
ORSZÁGOS KONFERENCIÁJA**

**OKTATÁS-MÓDSZERTANI ÉS FÖLDRAJZTANÁRI
KONFERENCIA**

EGER, 2016



TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG

Elnök: Kertész Ádám

Titkár: Mika János

A bizottság tagjai: Gábris Gyula, Lóczy Dénes,
Mezősi Gábor, Patkós Csaba, Süli-Zakar István

SZERVEZŐBIZOTTSÁG

Elnök: Pajtókné Tari Ilona

Titkár: Tóth Antal

A bizottság tagjai: Ruszkai Csaba, Ütőné Visi Judit,
Mohai Andrea

RENDEZVÉNYMENEDZSMENT: Heiling Média Kft.



ESZTERHÁZY KÁROLY EGYETEM

Cím: 3300 Eger, Eszterházy tér 1.

Honlap: uni-eszterhazy.hu



MAGYAR FÖLDRAJZI TÁRSASÁG

Cím: 1112 Budapest, Budaörsi út 43-45.

Honlap: www.foldrajzitarsasag.hu

E-mail: info@foldrajzitarsasag.hu



AGRIA GEOGRÁFIA ALAPÍTVÁNY

Cím: 3300 Eger, Leányka utca 6.

Honlap: www.agriageografia.hu

ISBN 978-615-5297-76-2

Kiadja az Eszterházy Károly Egyetem, a Magyar Földrajzi Társaság és az Agria Geográfia Alapítvány

Szerkesztők: Pajtókné Tari Ilona–Tóth Antal

Technikai szerkesztők: Tóth Antal–Csabai Edina Kitti–Katona Ildikó–Kürti Livia–Rázsi András–Utasi Zoltán

Címlapterv: Heiling Zsolt

Címlapfotó: Szántó György

Copyright © Eszterházy Károly Egyetem © Magyar Földrajzi Társaság © Agria Geográfia Alapítvány

NEGYEDIDŐSZAKI ÜLEDÉKEK TIPIZÁLÁSA DRS ÉS HIERARCHIKUS KLASZTERANALÍZIS ALAPJÁN

SZEBERÉNYI JÓZSEF¹ – BRADÁK-HAYASHI BALÁZS² – KISS KLAUDIA¹ – KOVÁCS JÓZSEF³ – BALÁZS RÉKA⁴ –
VARGA GYÖRGY¹ – VICZIÁN ISTVÁN¹ – SZALAI ZOLTÁN¹

¹ MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, szeberenyi.jozsef@csfk.mta.hu, kiss.klaudia@csfk.mta.hu,
varga.gyorgy@csfk.mta.hu, viczian.istvan@csfk.mta.hu, szalai.zoltan@csfk.mta.hu

² University of Kobe, Japan, bradak.b@gmail.com

³ Eötvös Loránd Tudományegyetem Alkalmazott Földtani Tanszék, kevesolt@geology.elte.hu

⁴ MTA CSFK Földtani és Geokémiai Tanszék, balazs_brigi@yahoo.co.uk

CLASSIFICATION OF QUARTER SEDIMENTS BY JOINT DRS AND HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS

Abstract

Minerals of sediments samples show unique curves (1760 data/sample) using method of Diffuse Reflectance Spectrophotometry (DRS). The database can classify using hierarchical cluster analysis and discriminant analysis. Position of samples are definable in a coordinate system and can make groups based on distance from each other, so groups can identify without overlaps. According to our opinion the created groups are individual sediment types. These clusterized DRS sediment types were compared with other proxies. These are often applied methods for example: magnetic susceptibility, carbonate concentrate and granulometry. The most characterized sample of each group was identified based on minimum distance from group centroids. Concrete mineral components of these samples were measured using X-ray diffractometer (XRD).

Using this method can define exact and good identified types of quarter sediments. Paleosoils and the non pedogenic horizons were classified more sediment types.

Keywords: Diffuse Reflectancia Spektrum (DRS), klaszteranalízis, lösz, paleotalaj, negyedidőszaki üledékek

Bevezetés, kutatási háttér

A löszkutatás nagyjából 200 éve kezdődött, de a korábbi definíciók (LEONHARD, K.C.V. 1824; LYELL, C. 1834; RICHTHOFEN, E.V. 1882; BERG, L.S. 1916, 1964; LOZEK, V. 1965; LIU, T.S. 1988; PYE, K. 1987, 1995; PÉCSI M. 1990, 1995) és napjaink ajánlásainak (KOCH, R.–NEUMEISTER, H. 2005; SMALLEY, I.J. et al. 2011; SPRAFKE, T. et al. 2013; SVIRCEV, Z. et al. 2013; MUHS, D.R. et al. 2014; SMALLEY, I.J.–MARKOVIC, 2014) ismeretében mind a mai napig egy rendkívül összetett és sok szempontból tisztázatlan témáról van szó. A lösz-paleotalaj sorozatok különböző mérési módszerekkel alapvetően jól jellemezhetők (pl. munsell, mágneses szuszceptibilitás, karbonát tartalom, szemcse eloszlás). HAASE, D. et al (2007) munkájában összefoglalta a fontosabb negyedidőszaki hullóporos üledékek variációit, mellérendelve néhány körülbelüli értéket szemcseösszetételre, karbonáttartalomra és ásványos összetételre nézve.

A Diffuse Reflectancia Spektrum (DRS) mérés során, a vizsgált anyag a megvilágított felületéről visszaverődő fény segítségével standard spektrum alapján azonosítható be. Az ilyen típusú méréseket a negyedidőszaki üledékekkel kapcsolatban először mágnesezhető és nem mágnesezhető ásványok kimutatására próbálták ki (DEATON, B.C.–BALSAM, W.L. 1991; TORRENT, J. – BARRÓN, V. 2003). Ezzel a rétegeken belül nyomon lehet követni a talajosodás során keletkező magnetit mennyiségi változásait és a hematit-goetit arány módosulását. A módszert a kínai (LIU, Q.S. et al 2011, HU, P. et al. 2013), dél-szibériai és cseh (BÁBEK, O. et al. 2011) pleisztocén löszöknél, a dél-afrikai folyóvízi teraszokra települt paleotalajoknál (RICHARD L. et al. 2014) és a tibeti holocén proglaciális üledékeknél (ZHANG, J. et al. 2015) alkalmazták.

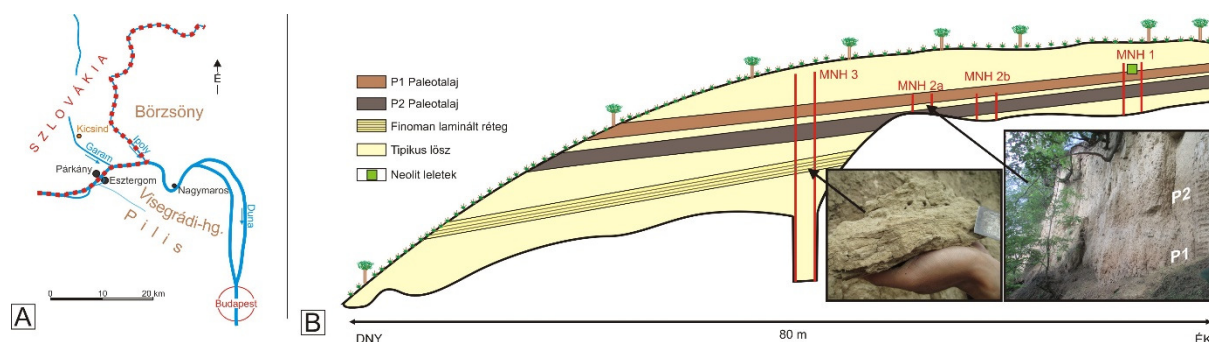
Tapasztalataink szerint a minták DRS méréseinek görbéi koordináta-rendszerben értelmezhető, számszerű adatokat adnak. Ezért az adatbázis bizonyos feltételek mellett matematikai alapú csoportosításra alkalmas, ezért a minták klaszteranalízissel történő csoportosításával üledéktípusok hozhatók létre. A módszert kis mintaszámban lösz-paleotalaj sorozatok rétegtani egységeinek elkülönítésére (BRADÁK B. et al. 2014) alkalmaztuk. Ugyanez a módszer talajeróziós folyamatok követését (SZALAI Z. et al. 2016) is szolgálhatja.

A tanulmány céljaként tűztük ki, hogy egy kiválasztott feltárás részletesen feldolgozott lösz-paleotalaj sorozatán, a DRS mérések eredményeinek klaszterezésével üledéktípusokat határozzunk meg, majd ezeket ismert módszerek eredményeivel vessük össze.

Kutatási terület

Olyan negyedidőszaki üledékösszletet kerestünk, ahol többféle paleotalajt, in situ és helyben áthalmazódott üledékrétegeket együtt tudunk vizsgálni. A Szlovákia területén található Kicsind (Malá nad Hronom) melletti (1/A ábra) felhagyott bányaudvarra esett a választás, amely egy korábbi IVF által támogatott projekt részét képezte.

A felhagyott bányaudvar a Garam egyik feldarabolt teraszmaradványának nyugati oldalában található. A feltárás alsó része típusos lösz, amelybe egy finoman laminált, felszíni lefolyás maradványaként értelmezhető réteget tartalmaz. A középső részen két, egymással közel párhuzamos paleotalaj (P1 – gyengén fejlett, P2 – jól fejlett) található. A P2 alsó részén markáns mészfelhalmozódási szint jelenik meg. A löszösszlet felső része típusos löszként definiálható. A 80 méter hosszú és 15 méter magas feltáráson négy, egymással párhuzamos szelvényt alakítottunk ki. A keleti és a nyugati oldalon a teljes összletet átfogó (MNH1 és MNH3) profil található, míg a középső részen (MNH2a és MNH2b) csak a paleotalajokat magukban foglaló rétegeket vizsgáltuk. Az MNH1 feltárásban a P1 paleotalajból és a felette lévő löszrétegből neolitik leletek kerültek elő, amely ezen a részen a rétegek keveredését okozza. A négy szelvényből összesen 208 darab mintát vettünk meg.



1. ábra: A kutatási terület elhelyezkedése (A) és az üledékösszlet vázlatos szelvénye

Módszerek

Reflektancia mérések

A mintákat a méréséhez történő előkészítéskor teljesen kiszárítottuk, megőröltük, majd 250 µm szitán engedték át. A mérés UV-3600 (UV-VIS-NIR) spektrofotométeren történt. A műszer

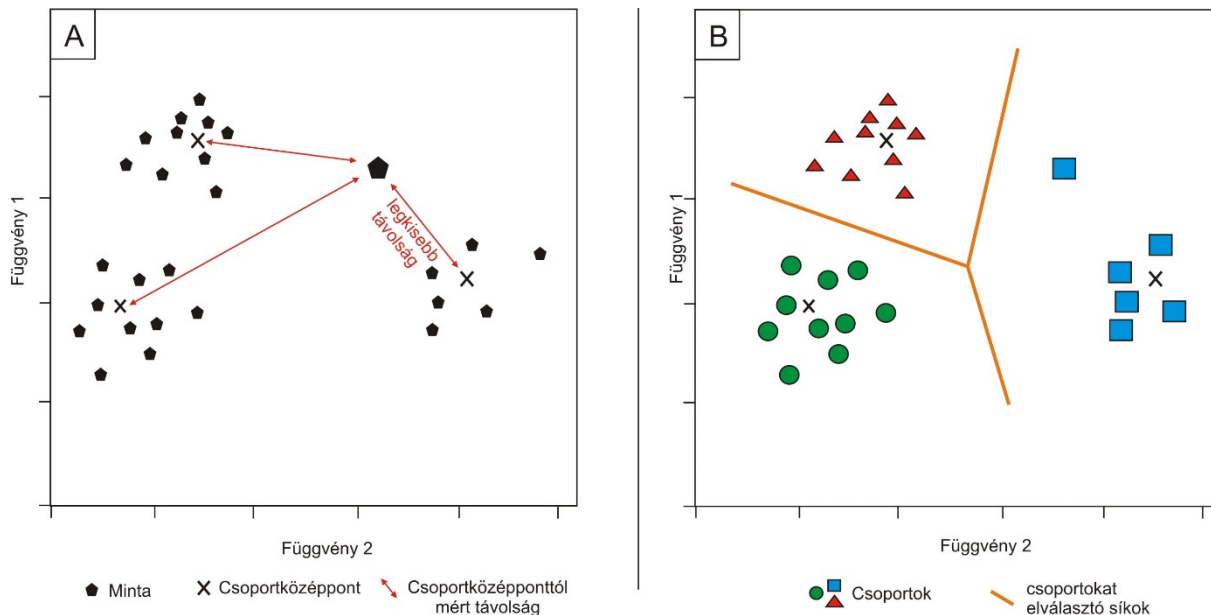
BaSO₄-tal bevont speciális integráló gömb, fényút-, tükör- és detektorrendszer használatával nanométeres felbontású spektrum felvételével ásványfázisok azonosítására képes.

A mintáinkat 240-2000 nm tartományban (1.0 nm részletességgel) mértük. A visszavert fény mennyiségének (R%) meghatározásához referenciaanyagként BaSO₄-ot használtunk. Az eredményeket a Shimadzu UVProbe 2.42 szoftver segítségével görbék formájában jelenítettük meg és rögzítettük táblázatos (1760 adat/minta) formában.

Geomatematikai műveletek

A vizsgált anyagok görbéi standardgörbékkel való összehasonlítás alapján azonosíthatók. A negyedidőszaki hullóporos üledékek azonban jelentős mennyiségű ásványt tartalmaznak ismeretlen arányban keveredve. Az általunk lemerített minták eredménygörbéi tehát alapvetően nem azonosíthatók ilyen módon. Ellenben elmondható, hogy minden egyes minta egyedi görbével jellemezhető, a R% értéke alapján pedig egzakt módon koordináta-rendszerben értelmezhető, így klaszteranalízis és diszkriminancia analízis segítségével ezek alapján csoportok hozhatók létre. A módszer segítségével az üledékösszetét önmagukban definiálható üledéktípusokra lehet elkülöníteni. Ennek segítségével az összetétet alegységekre lehet osztani, amelyek ismétlődhetnek, illetve egymásba is települhetnek.

Az 1760 adattal jellemezhető görbéket 20-as ritkítással 88 szakaszra bontottuk. Az egyes pontok koordináta-rendszerben felvett helyzete és egymástól való távolsága alapján csoportok valószínűsíthetők (2. ábra). Az eredményeket dendrogramon ábrázoltunk (a módszerről részletesebben: NORUSIS, M.J. 1993; BRADÁK B.–KOVÁCS J. 2013). A koordináta-rendszerben ábrázolt csoportok középpontjai jól meghatározhatók, így az elkülönített üledéktípusok jellemzése a középponthoz legközelebb eső minták alapján történhet meg.

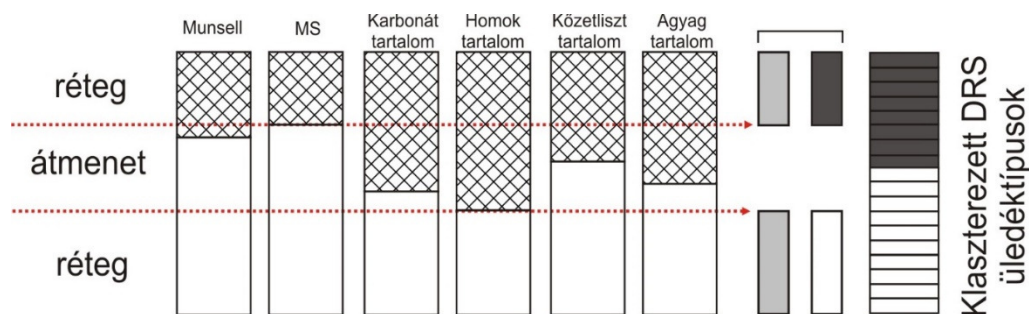


2. ábra: A csoportosítás elméleti ábrája (kétkomponensű diagramon)

A klaszterezett DRS üledéktípusok ellenőrzése

A csoportosítás eredményét más proxykkal vetettük össze. Terepi adatfelvétel során meghatároztuk az egyes minták színét (munsell) és terepi kappaméterrel a mágneses szuszceptibilitás értékeit. Laboratóriumi mérések során Scheibler-féle kalciméterrel a mésztartalomra, majd lézerdiffrakciós elven a szemcseméretre vonatkozó adatokat határoztuk

meg. Ezek alapján összesen hat adatsort kaptunk (munsell, mágneses szuszceptibilitás, mésztartalom, homok tartalom, kőzetliszt tartalom és agyagtartalom). Az egyes rétegekre vonatkozó értékeket intervallumokba rendeztük, majd a feltárások rétegsorait ennek megfelelően felosztottuk rétegekre a rétegek közti átmenetekre. Az egyes intervallumok változása köthető minden esetben ez utóbbihoz köthető. A rétegeket átmeneti zónák nélkül ábrázoljuk (3. ábra, szürke téglalap), majd ezeket összevetjük a klaszterezett DRS üledéktípusokkal.

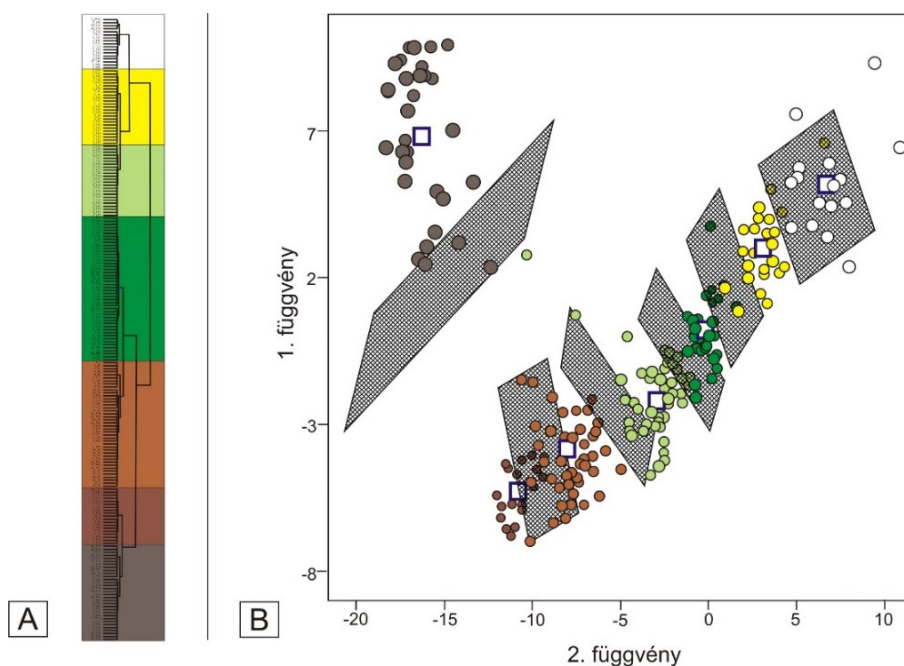


3. ábra: A klaszterezett DRS üledéktípusok összevetése más proxykkal

Az egyes koordináta-rendszerben értelmezett üledéktípus-csoportok középpontjaihoz legközelebb eső mintákra jellemző proxykat külön táblázatban mutatjuk be, illetve ezeket a mintákat XRD mérésekkel részletesen is megvizsgáltunk.

Eredmények

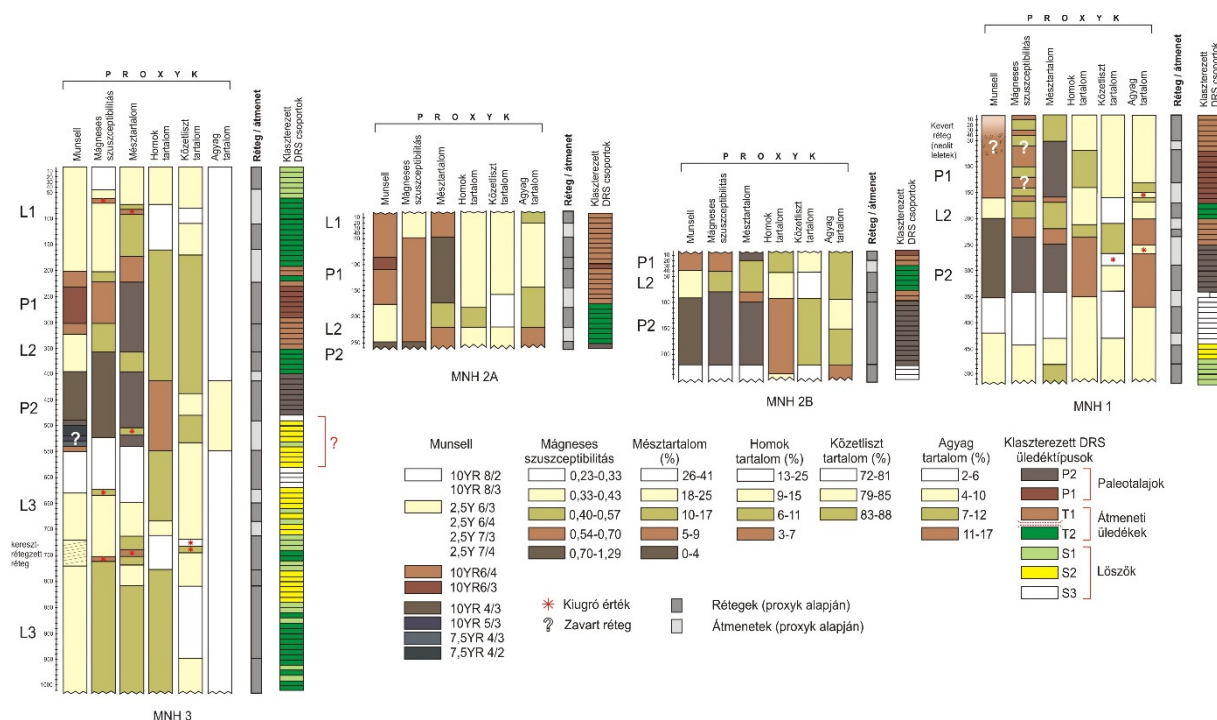
A kutatás során a négy feltárásból összesen 208 darab mintát vizsgáltunk meg. Reflektancia vizsgálatok során meghatározott értékeket hierarchikus klaszteranalízis alkalmazásával 7 csoportba osztottuk, amelyeket dendrogramon ábrázoltunk (4/A ábra). Az egyes csoportok a két legjellemzőbb függvény felhasználásával kétkomponensű diagramon is ábrázolhatók (4/B ábra).



4. ábra: A reflektanciavizsgálat eredményeinek klaszteranalízis útján való csoportosítása dendrogramon (A) ábrázolva, illetve ...a két legjellemzőbb függvény alapján, kétkomponensű diagramon (B) ábrázolva

A csoportok jól körülhatárolhatók, tagjainak pozíciója egyértelműen meghatározható, vagyis átmenet nélkül, síkokkal választhatók el egymástól. Minden csoport egyedi üledéktípust képvisel, amely alapján a *paleotalajokat* (két üledéktípus: P1 és P2), a *lőszöket* (két üledéktípus: L1 és L2), a kettő közti *átmeneti üledékeket* (két üledéktípus: T1 és T2) és a *mészfelhalmozódási szint* (1 üledéktípus: M) tudtunk meghatározni. Az átmeneti üledékek közül az egyik típus a paleotalajokhoz (T1), a másik a lőszökhöz (T2) áll közelebb (5. ábra).

A csoportok proxykkal való jellemzéséhez elvégeztük a szükséges méréseket. A 208 darab mintát összesen 12 féle színnel tudtuk jellemezni. A mágneses szuszceptibilitás értékek 0,23 – 1,29 között mozognak, ezek rendeződése alapján 5 kategória határozható meg. A karbonát tartalom 0 – 41% közötti értékei alapján szintén 5 kategória ismerhető fel. A homoktartalom 3–25% közötti értékei alapján 4 kategória, a kőzetliszt tartalom 72 – 88% közötti értékei alapján 3 kategória, az agyagtartalom 2 – 17% közötti értékei alapján 4 kategória hozható létre. A négy feltárás egyidejű vizsgálata szerint az egyes kategóriák között némi átfedés tapasztalható (5. ábra). Az összevetésre használt proxykkal a minták 73%-át (151 minta) lehet egyértelműen valamelyik réteghoz kapcsolni, a fennmaradó 27% (57 minta) rétegek közti átmenetet képvisel.



5. ábra: A klaszterezett DRS eredmények összevetése proxykkal

A proxykkal meghatározott rétegek minden esetben jól megfeleltethetők valamelyik klaszterezett DRS üledéktípussal. Az egyes üledéktípusokba sorolt minták értéktartományai a P2 és az M üledéktípusok között átfedésekkel jellemezhető, folyamatos változást mutatnak. A táblázatban megjelenítettük az értéksorozatok mediánjait is, amely megkönnyíti az összefüggés felismerését (1 táblázat). P2-től az M-ig a szuszceptibilitás értékek csökkennek, a mésztartalom pedig növekszik. A homok tartalom alapján a P2 és az L2 között növekedés, a kőzetliszt és az agyagtartalom alapján csökkenés mutatható ki. A mészfelhalmozódási szint a szemcseeloszlás alapján inkább a T2 környékére helyezhető, ezt az anomáliát a változó méretű CaCO_3 szemcsék okozzák.

1. táblázat: A Klaszterezett DRS üledéktípusokra jellemző mediánértékek a tradicionális módszerek alapján

Üledéktípusok			MS (*10 ⁻³)		Mésztartalom (%)		Homoktartalom (%)		Kőzetliszt tartalom (%)		Agyagtartalom (%)	
			értékek	Med.	értékek	Med.	értékek	Med.	értékek	Med.	értékek	Med.
Paleo- talajok	talajosodott	P2	0,58- 1,29	1	0,00- 6,05	1,26	3,49- 10,76	8,1	77,41- 88,55	84,73	3,53- 15,94	7,27
		P1	0,53- 0,68	0,56	0,21- 8,17	1,5	6,67- 11,76	9,5	79,58- 86,69	83,76	3,44- 12,15	7,13
Átmeneti üledékek	nem talajosodott	T1	0,38- 0,68	0,57	0,87- 15,56	4,23	7,15- 13,48	9,8	75,05- 87,23	83,1	2,32- 13,5	6,65
		T2	0,32- 0,7	0,51	7,33- 18,07	14,6	7,09- 25,84	12,2	71,94- 87,83	80,54	2,22- 12,56	6,13
Löszök	nem talajosodott	L1	0,28- 0,66	0,36	12,61- 25,86	19,7	10,82- 23,51	12,4	73,81- 84,75	82,42	2,28- 7,2	5,28
		L2	0,26- 0,51	0,39	16,69- 28,36	22,3	11,28- 21,65	14,3	75,84- 85,41	82,33	2,45- 6,65	3,55
Mészfelh.		M	0,25- 0,33	0,3	26,29- 41,41	31,8	6,02- 14,13	11,7	75,79- 83,67	80,17	4,52- 17,06	7,22

Az egyes klaszterezett DRS üledéktípusok csoportközéppontjaihoz legközelebb eső minták XRD vizsgálata megtörtént (2. táblázat). Alapvetően elmondható, hogy az üledéktípustól függetlenül a minták kvarctartalma 50% körül mozog. E mellett 7 féle ásvány jelenik meg. Az agyagásványok az elvártakkal ellentétben nem mutatnak kiugró értékeket a paleotalajok esetén. Viszont a többihez képest egyértelműen plagioklászban gazdag, illetve kalcitban és dolomitban szegény mintákról van szó. A plagioklász és a kalcit változása jól nyomon követhető a P2 és az M üledéktípus között. Az XRD eredmények alapján kaptunk némi információt, de a jelentősebb összefüggések levonásához még további és részletesebb vizsgálatokra van szükség.

2. táblázat: Csoportközéppontokhoz legközelebb eső minták XRD eredményei

Üledéktípusok			Kvarc (%)	Egyéb (%)	Egyéb, kvarc nélkül (%)						
					Duzz. agyagásv	Illit / csillám	Klorit / kaolinit	K-földpát	Plagioklász	Kalcit	Dolomit
Paleo- talajok	talajosodott	P2	50,5	49,5	4,1	10,2	4,1	0,0	71,4	10,2	0,0
		P1	59,4	40,6	4,9	12,2	4,9	17,1	48,8	12,2	0,0
Átmeneti üledékek	nem talajosodott	T1	50,2	49,8	6,4	9,9	5,3	10,2	43,3	15,6	9,3
		T2	49,5	50,5	7,8	9,8	5,9	7,8	39,2	19,6	9,8
Löszök	nem talajosodott	L1	49,5	50,5	3,9	19,6	9,8	13,7	29,4	13,7	9,8
		L2	44,6	55,4	8,9	14,3	5,4	8,9	17,9	35,7	8,9
Mészfelh.		M	39,6	60,4	3,3	9,8	4,9	3,3	13,1	57,4	8,2

Konklúzió

Tanulmányunkban egy kiválasztott lösz-paleotalaj sorozat mintáinak klaszterezett diffúz reflektancia spektrumának vizsgálatát mutattuk be. Az általunk elvégzett spektrofotométeres vizsgálatok részletes, (1760 adat/minta) eredményei alapján egy egzakt értékekkel jellemezhető koordináta-rendszerbe helyezve matematikai módszerekkel kiszámítható távolságok alapján egyértelműen eldönthető az egyes minták hovatartozása.

A módszer segítségével a kicsind melletti téglagyár felhagyott bányaudvarában található negyedidőszaki üledékek részletes vizsgálata alapján jól értelmezhető csoportok alakíthatók ki. Más proxyk egyenkénti alkalmazása nem képes a löszösszlet finomrétegtani felosztására. A proxyk összesítésével vizsgálva el lehet különíteni üledéktípusokat egymástól, de az egyes csoportok határértékei a jellemző értékintervallumok az átfedései miatt így is nehézkes, a minták több, mint ¼-e rétegek közti átmenetként értelmezhetők. A számszerűsítható proxyk értékei a jól fejlett paleotalaj típusok és a lösz típusok között folyamatosan változnak, így a meghatározott üledéktípusok sorba rendezhetők. A meghatározott üledéktípusok különböző feltárások egyes egységeinek összehasonlítására is alkalmas lehet.

Irodalomjegyzék

- BÁBEK, O. – CHLACHULA, J. – GRYGAR, T.M., 2011: Non-magnetic indicators of pedogenesis related to loess magnetic enhancement and depletion: Examples from the Czech Republic and southern Siberia. *Quaternary Science Reviews*, 30, 967-979.
- BERG, L.S. 1916: The origin of loess (in Russian). *Izvestiya Russkogo Geograficheskogo Obshchestva* 52, 579-646.
- BERG, L.S. 1964: Loess as a Product of Weathering and Soil Formation. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.
- BRADÁK B. – KOVÁCS J. 2013: Quaternary surface processes indicated by the magnetic fabric of undisturbed, reworked and fine layered loess in Hungary. *Quaternary International* 319, 76-87.
- BRADÁK B. – KISS K. – BARTHA G. – VARGA GY. – SZEBERÉNYI J. – JÓZSA S. – NOVOTHNY Á. – KOVÁCS J. – MARKÓ A. – MÉSZÁROS E. – SZALAI Z. 2014: Different paleoenvironments of late pleistocene age identified in Verőce outcrop, Hungary: Preliminary Results. *Quaternary International* 319, 119-136.
- DEATON, B.C. – BALSAM, W.L. 1991: Visible spectroscopy: a rapid method for determining hematite and goethite concentration in geological materials. *J. Sediment. Petrol.* 61, 628-632.
- HAASE, D. – FINK, J. – HAASE, G. – RUSKE, R. – PÉCSI M. – RICHTER, H. – ALTERMANN, M. – JAGER, K.D. 2007: Loess in Europe and its spatial distribution based on a European loess map, scale 1:2,500,000. *Quaternary Science Reviews* 26, 1301-1312.
- KOCH, R. – NEUMEISTER, H. 2005: Zur Klassifikation von Lösssedimenten nach genetischen Kriterien. *Zeitschrift für Geomorphologie NF* 49, 183-203.
- LEONHARD, K.C.V. 1824: Charakteristik der Felsarten e Dritte Abteilung. Trümmer-Gesteine. Lose Gesteine. Kohlen. Joseph Engelmann, Heidelberg.
- LIU, T.S., 1988: Loess in China, second ed. Springer-Verlag, Berlin & Heidelberg.
- LIU, Q.S. – TORRENT, J. – BARRÓN, V. – DUAN, Z.Q. – BLOEMENDAL, J. 2011: Quantification of hematite from the visible diffuse reflectance spectrum: effects of aluminium substitution and grain morphology. *Clay Miner.* 46, 137-147.
- LOZEK, V. 1965: Das Problem der Lössbildung und die Lössmollusken. *Eiszeitalter und Gegenwart* 16, 61-75.
- LYELL, C. 1834: Observations on the loamy deposit called "loess" of the Basin of the Rhine. *Edinburgh New Philosophical Journal* 17, 110-113.
- MUHS, D.R. – CATTLE, S.R. – CROUVI, O. – ROUSSEAU, D.D. – SUN, J.M.: 2014: Loess records. In: Knippertz, P., Stuut, J.-B.W. (Eds.), *Mineral Dust*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 411-441.
- NORUSIS, M.J. 1993: SPSS for Windows Professional Statistic Release 6.0. SPSS Inc., 385 p.
- HU, P. – LIU, O. – TORRENT, J. – BARRÓN, V. – JIN, C. 2013: Characterizing and quantifying iron oxides in Chinese loess/paleosols: Implications for pedogenesis. *Earth and Planetary Science Letters* 369-370 (2013) 271-283.
- PÉCSI M. 1990: Loess is not just the accumulation of dust. *Quaternary International* 7-8, 1-21.
- PÉCSI M. 1995: The role of principles and methods in loess-paleosol investigations. *GeoJournal* 36, 117-131.

- PYE, K. 1987. Aeolian Dust and Dust Deposits. Academic Press, London.
- PYE, K. 1995. The nature, origin and accumulation of loess. *Quaternary Science Reviews* 14, 653-667.
- RICHTHOFEN, E.V. 1882. On the mode of origin of the loess. *Geological Magazine* 9, 293-305.
- SMALLEY, I.J. – MARKOVIC, S.B. – SVIRCEV, Z. 2011: Loess is [almost totally formed by] the accumulation of dust. *Quaternary International* 240, 4-11.
- SMALLEY, I.J. – MARKOVIC, S.B. 2014: Loessification and hydroconsolidation: there is a connection. *Catena* 117, 94-99.
- SPRAFKE, T. – TERHORST, B. – PETICZKA, R. – THIEL, C. 2013: Paudorf locus typicus (Lower Austria) revisited the potential of the classic loess outcrop for Middle to Late Pleistocene landscape reconstructions. *Quaternary Science Journal (E&G)* 62, 59-72.
- SVIRCEV, Z. – MARKOVIC, S.B. – STEVENS, T. – CODD, G.A. – SMALLEY, I.J. – SIMEUNOVIC, J. – OBREHT, I. – DULIC, T. – PANTELIC, D. – HAMBACH, U. 2013: Importance of biological loess crusts for loess formation in semi-arid environments. *Quaternary International* 296, 206-215.
- SZALAI Z. – SZABÓ J. – KOVÁCS J. – MÉSZÁROS E – ALBERT G. – CENTERI CS. – SZABÓ B. – MADARÁSZ B. – ZACHARY D. – JAKAB G. 2016: Redistribution of Soil Organic Carbon Triggered by Erosion at Field Scale Under Subhumid Climate, Hungary. *Pedosphere* 26 (5): 652–665.
- TORRENT, J. – BARRÓN, V. 2003: The visible diffuse reflectance spectrum in relation to the color and crystal properties of hematite. *Clays Clay Miner.* 51, 309–317.
- ZHANG, J. – FENG, J.-L. – HU, G. – WANG, J. – YANG, Y. – LIN, Y. – JIANG, T. – ZHU, L. 2015: Holocene proglacial loess in the Ranwu valley, southeastern Tibet, and its paleoclimatic implications. *Quaternary International* 372. 9-22.